



## IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: KINNUNEN et al.

Group No.:

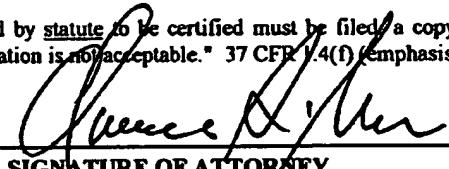
Serial No.: 09/538,082

Examiner:

Filed: 3/29/00  
For: METHOD AND APPARATUS FOR MEASURING AND OPTIMISING THE QUALITY OF  
DATA TRANSMISSION.Commissioner of Patents and Trademarks  
Washington, D.C. 20231

## TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPY

Attached please find the certified copy of the foreign application from which priority is claimed for this case:

Country : Finland  
Application Number : 991062  
Filing Date : 7 May 1999**WARNING:** "When a document that is required by statute to be certified must be filed a copy, including a photocopy or facsimile transmission of the certification is not acceptable." 37 CFR 1.4(f) (emphasis added.)  
SIGNATURE OF ATTORNEY

Reg. No.: 24,622

Clarence A. Green

Type or print name of attorney

Perman & Green, LLP

P.O. Address

425 Post Road, Fairfield, CT 06430

NOTE: The claim to priority need be in no special form and may be made by the attorney or agent if the foreign application is referred to in the oath or declaration as required by § 1.63.

## CERTIFICATE OF MAILING/TRANSMISSION (37 CFR 1.8a)

I hereby certify that this correspondence is, on the date shown below, being:

 MAILING

deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to the Commissioner of Patents and Trademarks, Washington, D.C. 20231

Date: April 17, 2000 FACSIMILE

transmitted by facsimile to the Patent and Trademark Office

  
Signature  
DEBORAH J. CLARK  
(Type or print name of person certifying)

(Transmittal of Certified Copy [5-4])

Helsinki 29.3.2000



E T U O I K E U S T O D I S T U S  
P R I O R I T Y      D O C U M E N T



Hakija  
Applicant

Nokia Mobile Phones Ltd  
Espoo

Patentihakemus nro                    991062  
Patent application no

Tekemispäivä                        07.05.1999  
Filing date

Kansainvälinen luokka                H04B  
International class

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Menetelmä ja järjestelmä testausalgoritmin toimivuuden testaamiseksi  
tiedonsiirtolaitteessa"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä  
patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä,  
patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the  
description, claims, abstract and drawings originally filed with the  
Finnish Patent Office.

Markkula Huttunen  
Markkula Huttunen  
Toimistosihteeri

Maksu                    300,- mk  
Fee                     300,- FIM

**Menetelmä ja järjestelmä testausalgoritmin toimivuuden testaamiseksi tiedonsiirtolaitteessa - Metod och arrangemang för att pröva testningsalgortmens funktionalitet i en datatransmissionsapparat**

5

Keksintö koskee yleisesti radio- ja muiden tiedonsiirtolaitteiden toiminnan testaamista. Erityisesti eksintö koskee virheiden tilastointiin perustuvaa digitaalisen radiolaitteen toiminnan testaamista. Keksinnön selostuksessa keskitytään erityisesti radiolaitteen toiminnan testaanseen typpihyväksynnän aikana, mutta radio- ja muiden tiedonsiirtolaitteiden toimintaa testataan toki monissa muissakin yhteyksissä, kuten tuotekehityksen, valmistuksen, korjauksen ja huollon aikana. Lisäksi eksintöä voidaan soveltaa jopa radio- tai muun tiedonsiirtolaitteen tavallisen käytön aikana.

- 10 15 Yleisiin tiedonsiirtoverkkoihin tarkoitettut uudet digitaaliset radiolaitteet, kuten digitaaliset matkapuhelimet, testataan typpihyväksyntää varten ennen niiden pääsyä markkinoille. Testauksessa käytettävät laitteistot ja menetelmät on yleensä määritetty tiedonsiirtoverkkoja koskevissa standardeissa. Kuva 1 esittää tunnuttua testausjärjestelyä, jossa testauksen kohteena on solukkoradiojärjestelmän liikkuva päätelaita MS (Mobile Station) 101. Päätelaitetta voidaan nimittää myös UE:ksi (User Equipment). Solukkoradiojärjestelmää simuloi testin aikana järjestelmä 102, jota nimitetään SS:ksi (Simulation System). Tässä hakemuksessa tällaista järjestelmää kutsutaan simulointijärjestelmäksi tai testausjärjestelmäksi. Tiedonsiirron toiminnan testaaminen edellyttää, että SS:n MS:n välille pystytetään 20 25 toimiva tiedonsiirtoyhteyks 103, joka voi olla radioyhteyks tai johdinyhteyks, joka kulkee päätelaitteessa olevan testausliitännän kautta.

- 30 35 Testeissä käytetään yleensä menettelyä, jossa päätelaita vastaanottaa alassuunnassa SS:ltä kehyksen ja kierrättää ylössuunnassa takaisin SS:lle vastaan kehyksen, joka sisältää vastaan määränpäättejä. Päätelaita voi kierrättää takaisin SS:lle jopa bittilä samat bitit, jotka se vastaanotti alassuunnassa. SS tutkii, onko kehykseen ilmaantunut tiedonsiirrosta tai päätelaitteen toiminnasta aiheutuneita virheitä. Kierrätystä kuvaan nuoli 104. Järjestely on soveltunut tunnuttujen solukkoradiojärjestelmien päätelaitteiden testaanseen, koska tunnetuissa järjestelmissä tiedonsiirtoyhteydet ovat kaksisuuntaisia ja niiden kapasiteetti on jaettu symmetrisesti eli ylössuuntainen tiedonsiirron kapasiteetti on yhtä suuri kuin alassuuntainen. Uusien solukkoradiojärjestelmien päätelaitteissa täytyy kuitenkin testata myös sellaisia toimintoja, jotka liittyvät tiedonsiirtokapasiteetin jakamiseen

epäsymmetrisesti ylös- ja alassuuntaisen tiedonsiirron välillä. Lisäksi uusien solukkoradiojärjestelmien päätelaitteissa saattaa olla jopa yksisuuntaiseen alassuuntaiseen tiedonsiirtoon perustuvia toimintoja, joiden testaaminen tekniikan tason mukaisella menetelmällä ei luonnollisestaan ole mahdollista.

5

Hakijan aikaisemasta suomalaisesta patentihakemuksesta numero 981267, joka ei ole tullut julkiseksi tämän hakemuksen prioriteettipäivään mennessä, tunnetaan eräs vaihtoehtoinen testausmenettely, joka soveltuu kapasiteettiltaan epäsymmetristen tiedonsiirtojärjestelyjen testaamiseen. Siinä päätelaitte valitsee alassuuntaisten kehysten biteistä vain tietyn osan, joka kierrätetään ylössuuntaisiin kehyksiin. Tällaisen järjestelyn haittapuolena on se, että virheet alassuuntaisen kehyksen sellaisissa biteissä, joita ei kierrätetä ylössuuntaan, jäävät havaitsematta. Lisäksi tämäkään järjestely ei sovella yksisuuntaisten alassuuntaisten tiedonsiirtoyhteyksien testaamiseen.

10

Hakijan aikaisemasta suomalaisesta patentihakemuksesta numero 990690, joka ei myöskään ole tullut julkiseksi tämän hakemuksen prioriteettipäivään mennessä, tunnetaan testausmenettely, jossa testattavan päätelaitteen ei välttämättä tarvitse kierrättää lainkaan varsinaista siirrettävää tietoa ylössuuntaan. Tämä menettely perustuu siihen, että päätelaitte pystyy tuottamaan saman näennäissatunnaisen testaussekvenssin, jonka SS sisällyttää alassuunnassa lähetettäviin testikehysiin. Päätelaitte vertaa vastaanottamaansa testaussekvenssiä itse tuottamaansa sekvenssiin, tilastoi vertailussa havaitut vastaanotetun sekvenssin virheet ja lähettää ylössuunnassa SS:lle havaittujen virheiden määrän sellaisenaan ja/tai jonkin virheiden määrää kuvaavan tunnusluvun. Tämä testausmenettelyn haittapuolena on se, että se on riippuvainen sen algoritmin toiminnasta, jota päätelaitte käyttää vertailusekvenssin tuottamiseen ja virheiden havaitsemiseen.

20

25

Esillä olevan keksinnön tavoitteena on esittää digitaalisen tiedonsiirtolaitteen toiminnan testaamiseksi menetelmä, jossa riippuvaisuus tiedonsiirtolaitteen sisäisten toimintojen oikeellisuudesta on vähäisempää kuin edellä selostetussa tekniikan tason mukaisessa menettelyssä. Keksinnön tavoitteena on myös esittää tarvittava laitteisto keksinnön mukaisen menetelmän toteuttamiseksi.

30

35 Keksinnön tavoitteet saavutetaan tutkimalla, miten testattava tiedonsiirtolaite käsitlee sellaista testaussekvenssiä, jonka virheellisyys on tunnettu.

Keksinnön mukaiselle menetelmälle on tunnusomaista, että se käsittää vaiheet, joissa

- tuotetaan ensimmäistä testausskvenssiä,
- testaussekvenssiin aiheutetaan tunnettuja virheitä toisen testaussekvenssin

5 tuottamiseksi,

- välitetään toista testaussekvenssiä testattavalle tiedonsiirtolaitteelle,
- testattava tiedonsiirtolaite tuottaa ensimmäistä testaussekvenssiä vastaavaa kolmatta testaussekvenssiä,

- testattava tiedonsiirtolaite vertaa toista testaussekvenssiä kolmanteen

10 testaussekvenssiin testaussekvenssien välisen eroavaisuuksien havaitsemiseksi, ja

- tiedonsiirtolaite välittää simulointijärjestelmälle havaittuja eroavaisuuksia kuvaavia tietoja.

Keksintö kohdistuu myös testauslaitteistoon, jolle on tunnusomaista, että se käsittää

15 - testaussekvenssigeneraattorin testaussekvenssin tuottamiseksi,

- virhegeneraattorin virheiden tuottamiseksi mainittuun testaussekvenssiin, ja

- vertailupiirin tuotettujen virheiden ja testattavan tiedonsiirtolaitteen havaitsemien virheiden vertailemiseksi.

20 Tiedonsiirtoon liittyvien toimintojen testaamiseksi simulointijärjestelmä tuottaa näennäissatunnaisen bittisekvenssin tai muun testaussekvenssin, joka pakataan alassuuntaisiin kehyksiin ja lähetetään testattavalle tiedonsiirtolaitteelle. Keksinnön mukaisesti testaussekvenssiin aiheutetaan tunnettu määrä virheitä. Se välitetään testattavalle tiedonsiirtolaitteelle edullisimmin niin hyvien signaalien

25 etenemisolo-suhteiden vallitessa, että on epätodennäköistä, että virheiden määrä tai laatu oleellisesti muuttuisivat ennen testattavan tiedonsiirtolaitteen sitä kohtaa, jossa analysoidaan vastaanotetun sekvenssin virheetömyyttä. Kun testattava tiedonsiirtolaite vertaa vastaanottamaansa testaussekvenssiä itse tuottamaansa sekvenssiin, se havaitsee vastaanotetussa sekvenssissä olevat virheet ja laatii niistä erilaisia tilastoja esimerkiksi bittivirhesuhteen (BER; Bit Error Ratio) tai kehysten hylkäys-suhteen (FER; Frame Erasure Ratio) muodossa. Tällainen virheiden tilastointi voi tapahtua samalla tavalla kuin on esitetty edellä mainitussa hakijan aikaisemmassa hakemuksessa. Ylössuuntaista tiedonsiirtoyhteyttä käytetään näiden tilastojen välittämiseksi simulointijärjestelmälle, joka tutkii, vastaako testattavan

30 tiedonsiirtolaitteen antama tieto simulointijärjestelmällä olevaa tietoa lähetetyn alassuuntaisen sekvenssin virheellisydestä.

35

Keksinnön mukainen menetelmä ei edellytä kovin suurta ylössuuntaista tiedonsiirtokapasiteettia, koska ylössuunnassa välitetään vain testattavan tiedonsiirtolaitteen antamat tiedot virheistä, jotka se on havainnut vastaanottamassaan testaussekvenssissä. Ylössuuntaisen tiedonsiirtoyhteyden ei tarvitse vältämättä liittyä lainkaan alassuuntaiseen tiedonsiirtoyhteyteen. Uusiin elektronisiin laitteisiin on ehdotettu mm. bluetooth-liitää, jolla voidaan muodostaa lyhyen kantaman langaton tiedonsiirtoyhteys ainakin kahden laitteen välille. Testattava tiedonsiirtolaite voi välittää tietoja analysoinnin antamista tuloksista testauslaitteistolle bluetooth-liitännän kautta. Luonnollisesti ylössuunnassa voidaan käyttää myös kaksisuuntaisen tiedonsiirtoyhteyden ylössuuntaista kanavaa, jos sellainen on tarjolla.

Keksinnön mukainen testausmenetelmä on myös suhteellisen riippumaton testattavan tiedonsiirtolaitteen sisäisistä toimintoista, koska havaittujen ja tunnettujen virheiden vertailu testausjärjestelmässä ei riipu siitä, mitä menetelmää testattava tiedonsiirtolaite on käytänyt virheiden havaitsemiseen. Testausjärjestelmä voi vaihdella testaussekvenssiin tuotettujen virheiden määrää ja laatua, jolloin voidaan tutkia, miten hyvin testattava tiedonsiirtolaite havaitsee eri tavoin esiintyviä virheitä.

Keksintö ei mitenkään rajoita sitä, kuinka paljon testattava tiedonsiirtolaite lähettää ylössuunnassa tietoja, jotka kuvaavat havaittuja ja tilastoituja virheitä. Keksinnön mukainen menetelmä on kuitenkin tehokkaimmillaan silloin, kun ylössuunnassa välitetty tiedot kuvaavat havaittuja ja tilastoituja virheitä suhteellisen tarkasti, esimerkiksi siten, että testattava tiedonsiirtolaite ilmoittaa erikseen kussakin alassuuntaisessa kehyksessä havaitun bittivirhesuhteen.

Seuraavassa selostetaan eksintöä yksityiskohtaisemmin viitaten esimerkkinä esitettyihin edullisiin suoritusmuotoihin ja oheisiin kuviin, joissa

kuva 1 esittää tekniikan tason mukaista testausta,

kuva 2 esittää eksinnön periaatetta ja

kuva 3 havainnollistaa eksinnön mukaista menetelmää testauksessa.

Edellä tekniikan tason selostuksen yhteydessä on viitattu kuvaan 1, joten seuraavassa keksinnön ja sen edullisten suoritusmuotojen selostuksessa viitataan lähinnä kuviin 2 ja 3.

- 5 Kuva 2 esittää järjestelyä, jossa testauslaitteistoon 201 on kytketty sinäsä tunnetulla tavalla testattava digitaalisen matkaviestinjärjestelmän matkaviestin 202. Testauksessa on yleensä edullista, että matkaviestin 202 on varustettu erityisesti testaustarkoituksiin suunnitellulla SIM:llä (Subscriber Identity Module) 203, joka voi olla matkaviestimissä yleisesti käytetyn SIM-kortin tapainen älykortti tai erityinen SIM-simulaattori, jolla muodostetaan tarvittavat yhteydet matkaviestimessä olevan SIM-liittimen ja erityisen SIM:in toimintaa simuloivan laitteiston välille. Keksintö ei kuitenkaan edellytä minkään erityisen SIM:n käyttöä.

- 10 15 Testauslaitteistossa 201 on sinäsä tunnetulla tavalla tietty testaussekvenssigeneraattori 204, joka alustetaan tietyllä ns. siemenluvulla 205 ja joka sen jälkeen tuottaa näennäissatunnaisen testaussekvenssin. Matkaviestimessä 202 on vastaavalla tavalla toimiva testaussekvenssigeneraattori 206, joka alustetaan samoin tietyllä siemenluvulla 207. Näennäissatunnaisten testaussekvenssien tuottamiseen käytettävien generaattoreiden yleisistä periaatteista seuraa, että jos siemenluvut 205 ja 207 ovat samat, generaattorit 204 ja 206 tuottavat täsmälleen saman näennäissatunnaisen testaussekvenssin.

- 20 25 Matkaviestimessä 202 on myös vertailupiiri 208 ja tilastointiyksikkö 209, jotka on järjestetty vertaamaan testauslaitteistolta vastaanotettua testaussekvenssiä bitti bitiltä paikallisesti tuotettuun testaussekvenssiin ja tilastoimaan vertailussa havaitut eroavaisuudet. Lisäksi tilastointiyksiköstä 209 on ylössuuntainen yhteys takaisin testauslaitteistoon, jotta tilastoinnin tulokset voidaan välittää testauslaitteistolle. Tämä yhteys voi olla ylössuuntainen kanava samassa tiedonsiirtoyhteydessä, jota pitkin alassuuntainen signaali on välitetty testauslaitteistosta 201 matkaviestimelle 202, tai se voi olla jokin muu yhteys kuten bluetooth-yhteys.

- 30 35 Jotta näennäissatunnaisten testaussekvenssien vertaaminen olisi mielekästä, testaussekvenssigeneraattoreiden 204 ja 206 on toimittava synkronoidusti eli tuottava samat bitit samassa tahdissa. Testaussekvenssien generoinnin synkronointi on sinäsä tunnettua, koska esimerkiksi yleensä hajaspektriteknikassa (engl. spread spectrum technology) ja sen sovelluksena erityisesti koodijakoisissa monikäyttömenetelmissä (CDMA, Code Division Multiple Access) hyötysignaalin erottaminen kilpailivista hyötysignaaleista ja kohinasta perustuu saman

näennäissatunnaisen hajotussekvenssin käyttämiseen sekä lähetys- että vastaanottopäässä. Keksinnön yhteydessä voidaan käyttää joiain sinänsä tunnettua tekniikkaa testaussekvenssien generoinnin synkronoimiseksi. Synkronointi on esitetty kuvassa 2 kaavamaisesti nuolella 210.

5

Ylössuuntaisessa yhteydessä voidaan välittää esimerkiksi tietty tallennettu bittivirhesuhteen tai kehysvirhesuhteen arvo tai jokin niistä johdettu arvo, kuten bittivirhesuhteen keskiarvo tietyllä aikavälillä. Monissa sovelluksissa kiinnitetään huomiota vain siihen, jääkö bittivirhesuhde tai kehysvirhesuhde pienemmäksi kuin tietty ennalta määritetty raja-arvo, jolloin ylössuunnassa tarvitsisi välittää vain kyllä/ei-tyyppinen vastaus (on pienempi kuin raja-arvo / ei ole pienempi kuin raja-arvo). Koska raja-arvot määritellään tavallisesti eksponenttilukuina (esimerkiksi  $1,0 \cdot 10^{-6}$ ), eräs mahdollisuus on välittää ylössuunnassa se luvun  $1,0 \cdot 10^{-x}$  eksponentti x, joka kuvaava havaittu bittivirhesuhteen ylempää raja-arvoa. Välitetty luku -6 esimerkiksi kertoo, että havaittu bittivirhesuhde on pienempi kuin  $1,0 \cdot 10^{-6}$ .

10

Keksinnön mukaisesti testauslaitteistossa on hallitusti toimiva virhegeneraattori 211, jolla pystytään aiheuttamaan mihiin tahansa testaussekvenssiin tietty tunneltu virheellisyys. Virhegeneraattori 211 voi tuottaa testaussekvenssiin virheitä osittain

20

näennäissatunnaisesti eli siten, että tiettyssä testaussekvenssin jaksossa on tarkasti tunneltu määrä virheitä, mutta niiden sijoittuminen kyseisen jakson sisällä on satunnaista. Virhegeneraattori 211 voi toimia myös siten, että se tuottaa tarkasti määrätyn bittivirhekuvion, jossa esimerkiksi K:n bitin välein on N:n bitin jakso, jossa joka M:n bitin arvo on vaihtunut. Tässä K, N ja M ovat positiivisia kokonaislukuja, jolloin virhegeneraattorin toimintaa ohjaava ohjauspiiri (ei erikseen esitetty kuvassa) voi ohjata tarkasti virheiden generoitumista antamalla virhegeneraattorille haluamansa K:n, N:n ja M:n arvot. Monenlaiset yhdistelmät ja muunnelmat näistä toimintatavoista ovat myös mahdollisia.

25

30 Keksinnön mukaisesti testauslaitteistossa on myös vertailupiiri 212, joka saa tiedon siitä, kuinka paljon ja minkälaisia virheitä testaussekvenssissa on siinä vaiheessa, kun se lähetetään testattavalle matkaviestimelle alassuuntaisissa tiedonsiirtokehysissä. Tämä tieto voi tulla joko virhegeneraattorin ohjaustiedoista, kuten kuvassa 2 on esitetty yhtenäisellä viivalla, tai vertailupiiri 212 voi vastaanottaa kopiot niistä alassuuntaisista kehysistä, jotka toimitetaan testattavalle matkaviestimelle. Jälkimmäinen vaihtoehto on esitetty kuvassa 2 katkoviivalla. Kun testattava matkaviestin välittää testauslaitteistolle havaitsemaan virheitä kuvaavat tiedot, ne ohjataan testauslaitteistossa vertailupiirille 212. Vertailupiiri 212 voi

35

tällöin tutkia, vastaavatko testattavan matkaviestimen antamat tiedot niitä tietoja, jotka kuvaavat testaussekvenssin virheellisyyttä lähetysvaiheessa.

Hakijan aikaisemmassa suomalaisessa patentihakemuksessa numero 990690, joka 5 on aiemmin mainittu tekniikan tason selostuksessa, on esitetty erilaisia vaihtoehtoja testaussilmukan toteuttamiseksi testattavassa matkaviestimessä. Testaussilmukalla tarkoitetaan tällöin niitä laite- ja ohjelmistototeutuksen osia, jotka testattavassa 10 päätelitteessä huolehtivat testaussekvenssin vastaanottamisesta, demoduloinnista ja dekoodauksesta, virheiden havaitsemisesta ja tilastoinnista sekä virheitä kuvaavien tietojen lähettämisestä testauslaitteistolle. Esillä oleva keksintö ei aseta mitään lisävaatimuksia testattavalle matkaviestimelle, vaan se voi toimia täysin mainitussa aikaisemmassa hakemuksessa esitettyllä tavalla.

Edellä mainitussa aikaisemmassa hakemuksessa sekä hakijan aikaisemmassa 15 suomalaisessa patentihakemuksessa numero 981267 on myös käsitelty niitä etuja, jotka saavutetaan, jos testaussilmukan muodostus tapahtuu ilman tiettyjen ylempien protokollakerrosten myötävaikutusta. Tällä tarkoitetaan erityisesti ns. MM-kerrosta (Mobility Management) ja niitä protokollakerroksia, jotka ovat sitä ylempänä yhteyksien muodostamiseen ja ylläpitoon tarkoitetuissa protokollapinoissa. Esillä 20 oleva keksintö ei ole riippuvainen siitä, mitä protokollakerroksia testausyhteyden muodostamiseen ja ylläpitoon käytetään. Keksintö toimii hyvin esimerkiksi silloin, kun käytetään edellä mainituissa hakemuksissa kuvattua menettelyä, joka perustuu pelkkien alempien protokollakerrosten hyödyntämiseen.

25 Kuva 3 esittää esimerkinomaista testausmenetelmää, jossa sovelletaan keksintöä. Testattava matkaviestin on liitetty sinänsä tunnetulla tavalla testauslaitteistoon ja testaus-SIM:iin. Testattavan matkaviestimen ja testauslaitteiston välille muodostetaan MT-radioyhteys (Mobile Terminating) kuvan 3 esittämällä tavalla. Matkaviestimen ollessa päällekytkettynä testauslaitteisto lähettää sille PCH-kanavalla kutsuviestin (engl. Paging Request) 301, johon matkaviestin vastaa RACH-kanavalla lähetettäväällä kanavapyyynnöllä (engl. Channel Request) 302. Testauslaitteisto lähettää tämän jälkeen välittömän myöntöviestin (engl. Immediate Assignment) 303, joka voi sisältää erilaisia ohjeita matkaviestimelle. Matkaviestin lähettää testauslaitteistolle SABM-viestin (Set Asynchronous Balanced Mode) 304, 30 joka on itse asiassa vastaus kutsuviestiin (Paging Response) ja joka lähetetään SDCCH-kanavalla. Testauslaitteisto kuittaa vastaanottamansa SABM-viestin yleisellä kuitausviestillä 305 (UA; Unnumbered Acknowledge).

Kuvassa 3 esitetyjen viestien sisältö ja muoto on pääosin määritetty spesifikaatiossa GSM 04.08. Eräissä viesteissä on kuitenkin tuleville laajennuksille varattuja osia, joilla viestit voidaan valjastaa esillä olevan keksinnön käyttöön. Erityisesti myöntöviesti 303 sisältää ns. varaoktetteja (engl. rest octets), joissa kaksi ensimmäistä bittiä ilmaisevat muun varaoktetin sisällön. Tämän patentihakemuksen prioriteettipäivään mennessä varaoktetin kahden ensimmäisen bitin arvoista on varattu arvot 11 ja 10, mutta arvot 01 ja 00 ovat käytämättä. Keksinnön edullisen suoritusmuodon mukaisesti ainakin toinen näistä arvoista voidaan varata ilmaisemaan sitä, että vasteena myöntöviestiin 303 testattavan matkaviestimen on asetettava itsensä erityiseen testtilaan. Testtila on edullista määritellä sellaiseksi, että vaikka RR-tason yhteys matkaviestimen ja testauslaitteiston välillä on muodostettu, matkaviestimen protokollapinon RR-taso ei ilmoita yhteydestä ylöspäin MM-tasolle. Kun MM-taso ja sitä ylemmät protokollakerrokset eivät tiedä muodostetun radioyhteyden olemassaolosta, ne eivät myöskään pyri katkaisemaan yhteyttä minkään niille ominaisen valvontamekanismin takia, joka esimerkiksi pyrkisi valvomaan yhteyden virheettömyyttä.

Testtila siis tarkoittaa, että testattava matkaviestin komennetaan testiä varten ylläpitämään yhteyttä tietyllä tiedonsiirtokanavalla. Matkaviestin pidetään tällöin testtilassa Layer 3-tason signaloinnin avulla. Testililan määrittelemisen edellä kuvatun kaltaiseksi ja määritelmän toteuttaminen käytännössä ovat sinänsä alan ammattimiehelle helpot toteuttaa, koska matkaviestin toimii täysin ohjauslohkansa ohjaamana. Ohjauslohko puolestaan on mikroprosessori, joka suorittaa käytössään oleviin muistivälleineisiin tallennettua ohjelmaa. Kun tämä ohjelma kirjoitetaan sellaiseksi, että vasteena tietyn Layer 3-tason komennon vastaanottamiseen ilmoitusta ylemmille protokollakeroksille ei lähetetä, matkaviestin saadaan toimimaan halutulla, keksinnön mukaisella tavalla.

Kun yhteys on muodostettu, testauslaitteisto voi lähettää testattavalle matkaviestimelle mitä tahansa sellaisia komentoja, jotka eivät edellytä yhteydestä tietämättömien ylempien protokollatasojen osallistumista liikennöintiin. Seuraavassa oletetaan yksinkertaisesti, että testauslaitteisto lähettää vertailu- ja tilastointioperation aloituskomennon START 306, joka voi sisältää erilaisia tunnistiteitä esimerkiksi sen määrittämiseksi, missä testattavan matkaviestimen kohdassa virheiden tilastointi tulee suorittaa. Jotta testauslaitteisto voisi valvoa lähettämänsä viestin perille menoaa, sen on edullista käynnistää viestin lähettämisen yhteydessä tietty ajastin, jolloin matkaviestimeltä on saatava kuittaus ennen ajastimeen asetetun määräajan umpeutumista. Matkaviestin kuittaa

vastaanottamansa viestin kuittausviestillä ACK 307. Matkaviestin kytkee 308 testaussilmukan käyttöön tietyn määräajan kuluessa siitä, kun se on lähettynyt kuitauksen.

5 Kun testaussilmukka on kytketty testattavassa matkaviestimessä, testauslaitteisto voi alkaa lähettää testidataa eli alassuuntaisiin kehyksiin pakattuja näennäissatunnaisen testaussekvenssin jaksoja, joihin on aiheutettu virheitä tunnetulla tavalla. Tämän toteuttamiseksi testauslaitteisto tuottaa 309 ensimmäistä testaussekvenssiä, aiheuttaa 310 siihen tunnettuja virheitä ja välittää 311 näin muodostettua toista 10 testaussekvenssiä testattavalle tiedonsiirtolaitteelle. Testattava tiedonsiirtolaite tuottaa 312 ensimmäistä testaussekvenssiä vastaavaa kolmatta testaussekvenssiä, ja vertaa 313 toista testaussekvenssiä kolmanteen testaussekvenssiin 15 testaussekvenssien välisen eroavaisuuksien havaitsemiseksi. Testattava matkaviestin vastaa testauslaitteistolle lähettämällä tuottamiaan tietoja, jotka kuvaavat vastaanotetussa signaalissa havaittuja virheitä. Kuvassa 3 tämä on esitetty nuolella 314. Koska tarkoitus on testata virheiden havaitsemista matkaviestimessä, testidata on edullista välittää matkaviestimelle suhteellisen suurella signaalivoimakkuudella ja muutenkin optimaalisten signaalien etenemisolo-suhteiden 20 vallitessa, jolloin testidataan ei todennäköisesti aiheudu lisää virheitä tiedonsiirron aikana.

Nuolelet 315 ja 316 kuvaavat testidatan lähettämistä eri "virheellisyystasoilla". Virheitä voidaan tuottaa testidataan esimerkiksi enemmän tai vähemmän, tai virheet voivat noudattaa erilaisia esiintymismalleja (säännöllisesti/epäsäännöllisesti, tasaisesti/purskeittain jne.). Keksintö ei rajoita sitä, miten virheet varsinaisesti sijaitsevat testidatassa. Nuoli 317 kuvaavat sitä, että testattava matkaviestin lähettää uudestaan tietoja, jotka kuvaavat vastaanotetussa signaalissa havaittuja virheitä.

Testaussilmukan ollessa kytkettynä matkaviestin vertaa vastaanotettuja 30 testaussekvenssin osia paikallisesti tuottuihin osiin ja mittaa esimerkiksi bittivirhesuhteen tai kehysvirhesuhteen sekä tilastoi mittaustulokset halutulla tavalla. Valmiit tilastointituloiset tai yleisemmin vastaanoton virheettömyyttä kuvaavat informaatioelementit lähetetään ylössuunnassa takaisin testauslaitteistolle. Testauslaitteisto vastaanottaa matkaviestimen lähettämät ylössuuntaiset kehykset, demoduloi ne ja poistaa salauksen, jolloin vastaanotetun kehyksen sisältämät 35 tilastointituloiset ovat testauslaitteiston käsiteltävissä.

Kun testaus on päätymässä, testauslaitteisto voi komentaa matkaviestimen purkamaan testaussilmukan lähettämällä erityisen komennon QUIT, jota kuvassa 3 esittää nuoli 318. Matkaviestin purkaa testaussilmukan ja kuittaa vastaanottamansa viestin kuittausviestillä ACK, jota kuvaa nuoli 319. Testaussilmukan purkamisen 5 yhteydessä matkaviestin palaa 320 testauistolasta normaaliin toimintatilaan.

Tässä patentihakemuksesta esitettyt, tiettyyn järjestelmään, laitteistoon tai viesteihin 10 liittyvät nimitykset ja spesifikaatiot on esitetty esimerkin vuoksi eikä niillä ole vaikutusta keksinnön sovellettavuuteen kaikissa sellaisissa matkaviestinjärjestelmissä, joissa matkaviestin voi toimia data-, liikenne- ja kontrollikanavilla. Esimerkkeinä tällaisista järjestelmistä voidaan mainita GSM- (Global System for Mobile telecommunications) tai UMTS-järjestelmä (Universal Mobile Telecommunication System), näihin mainittuihin kuitenkaan millään tavoin rajoittumatta. Keksintöä on muutenkin mahdollista muunnella poikkeamatta 15 jäljempänä esitettävien patenttivaatimusten määritämästä suoja- ja piiristä. Esimerkiksi testaussilmukan kytkeminen käyttöön ja matkaviestimen asettaminen testaustilaan sekä testaussilmukan purkaminen ja matkaviestimen palauttaminen normaalitilaan voivat keksinnön erässä muunnelmassa tapahtua muutenkin kuin testauslaitteiston 20 lähetämillä komennolla. Voidaan jopa ajatella, että nämä toiminnot tehdään käsin asettamalla jokin kytkin tai liitin matkaviestimessä haluttuun asentoon. Testauksen sujuvuuden ja automatisoinnin kannalta on kuitenkin edullista, että nämä toiminnot voidaan tehdä testauslaitteiston lähetämillä komennolla.

## Patenttivaatimukset

1. Menetelmä digitaalisen tiedonsiirtolaitteen toiminnan testaamiseksi testauslaitteiston avulla, **tunnettu** siitä, että se käsittää vaiheet, joissa
  - 5 - tuotetaan (309) ensimmäistä testausskvenssiä,
  - testaussekvenssiin aiheutetaan (310) tunnettuja virheitä toisen testaussekvenssin tuottamiseksi,
  - välitetään (311) toista testaussekvenssiä testattavalle tiedonsiirtolaitteelle,
  - testattava tiedonsiirtolaite tuottaa (312) ensimmäistä testaussekvenssiä vastaavaa
  - 10 kolmatta testaussekvenssiä,
  - testattava tiedonsiirtolaite vertaa (313) toista testaussekvenssiä kolmanteen testaussekvenssiin testaussekvenssien välisen eroavaisuuksien havaitsemiseksi, ja
  - tiedonsiirtolaite välittää testauslaitteistolle havaittuja eroavaisuuksia kuvaavia tietoja.
- 15 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että tiedonsiirtolaite välittää bittivirhesuhdetta kuvaavia tietoja.
- 20 3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että tiedonsiirtolaite välittää kehysten hylkäyssuhdetta kuvaavia tietoja.
4. Testauslaitteisto digitaalisen tiedonsiirtolaitteen toiminnan testaamiseksi, **tunnettu** siitä, että se käsittää
  - testaussekvenssigeneraattorin (204) testaussekvenssin tuottamiseksi,
  - 25 - virhegeneraattorin (211) virheiden tuottamiseksi mainittuun testaussekvenssiin, ja
  - vertailupiirin (212) tuotettujen virheiden ja testattavan tiedonsiirtolaitteen havaitsemien virheiden vertailemiseksi.
- 30 5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen testauslaitteisto, **tunnettu** siitä, että virhegeneraattori on järjestetty tuottamaan tiettyyn testaussekvenssin jaksoon ennalta määrityn määrään virheitä satunnaisiin kohtiin mainittua testaussekvenssin jaksoa.
- 35 6. Patenttivaatimuksen 4 mukainen testauslaitteisto, **tunnettu** siitä, että virhegeneraattori on järjestetty tuottamaan ennalta määritty bittivirhekuvio.
7. Patenttivaatimuksen 4 mukainen testauslaitteisto, **tunnettu** siitä, että se on sovitettu testaamaan digitaalisen matkaviestinjärjestelmän matkaviestimiä.

## (57) Tiivistelmä

Keksintö koskee yleisesti radio- ja muiden tiedonsiirtolaitteiden toiminnan testaamista. Erityisesti eksintö koskee virheiden tilastointiin perustuvaa digitaalisen radiolaitteen toiminnan testaamista. Tiedonsiirtoon liittyvien toimintojen testaamiseksi simulointijärjestelmä tuottaa näennäissatunnaisen bittisekvenssin tai muun testaussekvenssin, joka pakataan alassuuntaisiin kehyksiin ja lähetetään testattavalle tiedonsiirtolaitteelle. Keksinnön mukaisesti testaussekvenssiin aiheutetaan tunnettu määrä virheitä. Kun testattava tiedonsiirtolaite vertaa vastaanottamaansa testaussekvenssiä itse tuottamaansa sekvenssiin, se havaitsee vastaanotetussa sekvenssissä olevat virheet ja laatii niistä erilaisia tilastoja esimerkiksi bittivirhesuhteen (BER; Bit Error Ratio) tai kehysten hylkäyssuhteen (FER; Frame Erasure Ratio) muodossa. Ylössuuntaista tiedonsiirtoyhteyttä käytetään näiden tilastojen välittämiseksi simulointijärjestelmälle, joka tutkii, vastaako testattavan tiedonsiirtolaitteen antama tieto simulointijärjestelmällä olevaa tietoa lähetetyn alassuuntaisen sekvenssin virheellisydestä.

Kuva 2

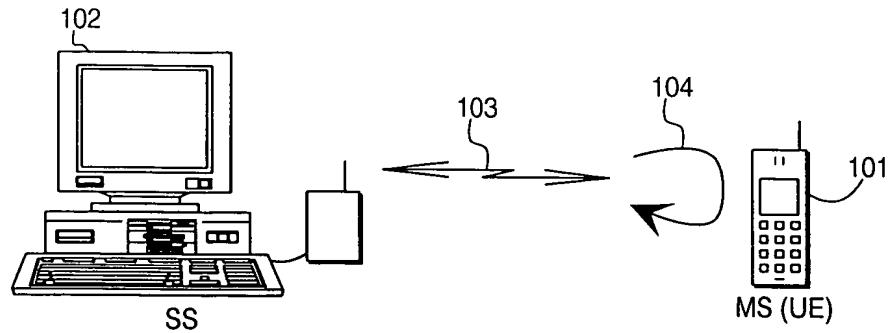


Fig. 1  
PRIOR ART

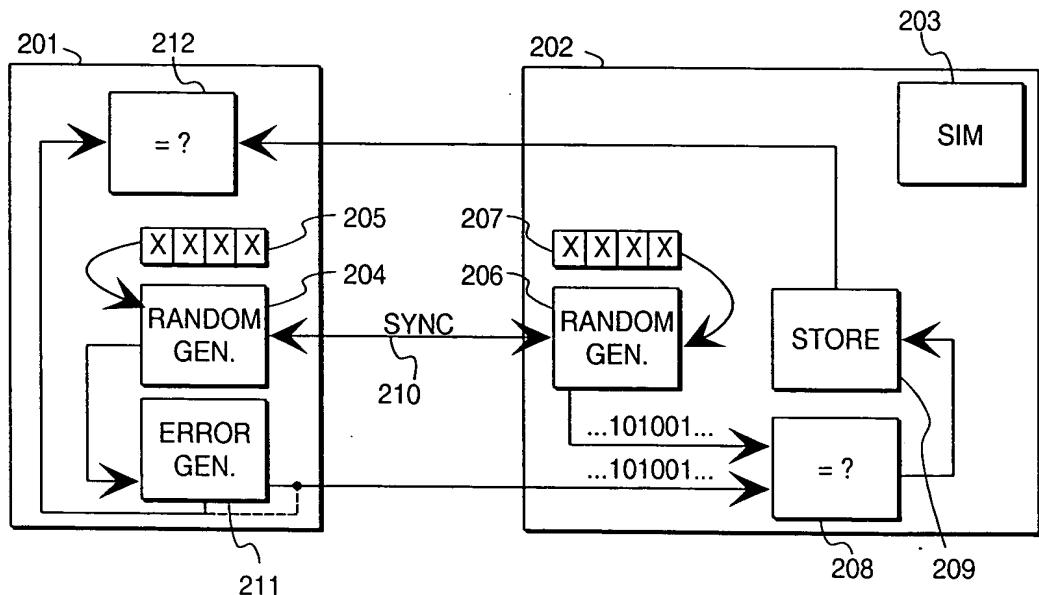


Fig. 2

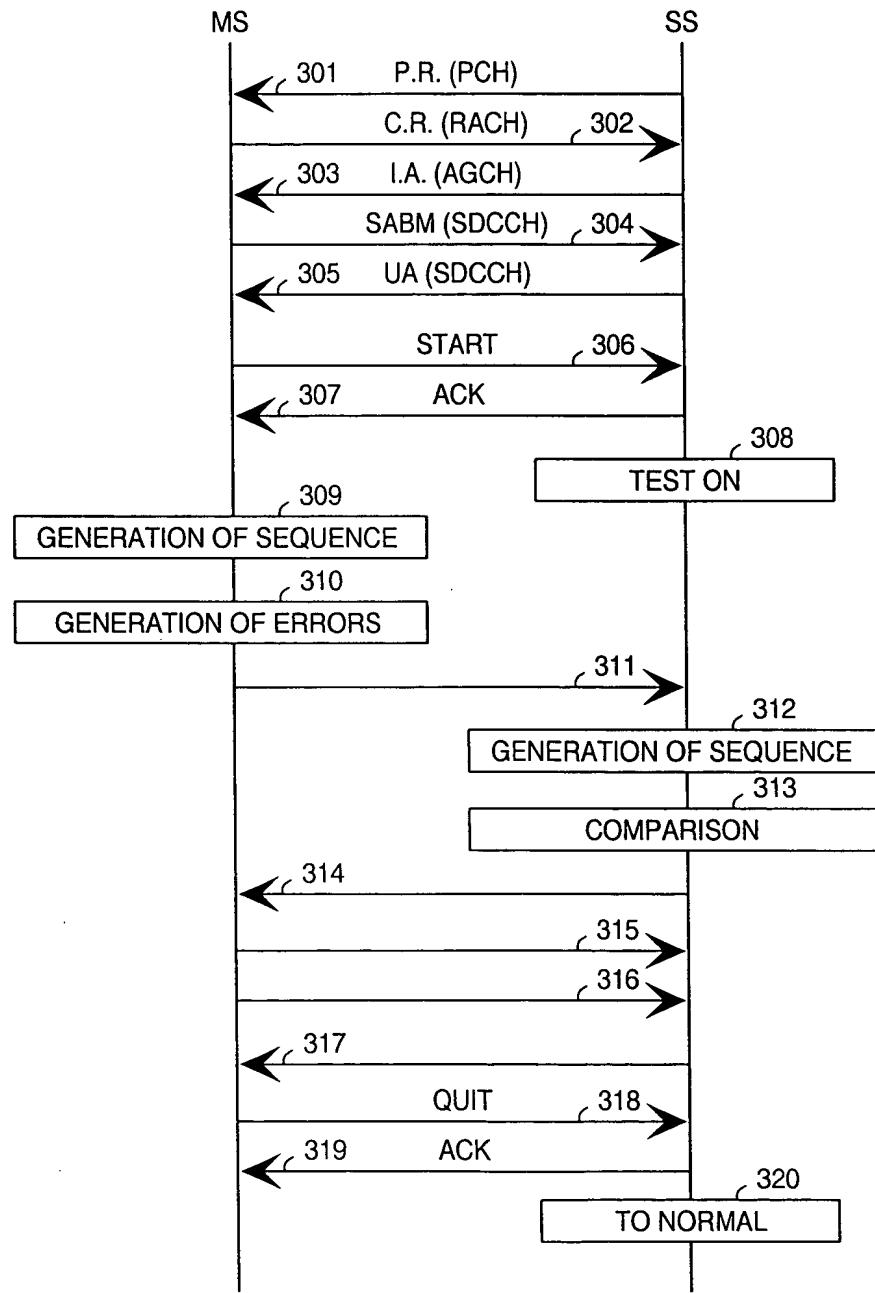


Fig. 3